Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 1, 2024, p. 1-9

Effect of Ants on Biological Control of Pomegranate Carob Moth by Trichogramma Wasps in Pomegranate Orchards

N. Sheibani Fahandari[1], H. Sadeghi Namaghi[2*], G.H. Moravvej[3]

1, 2 and 3- M.Sc., Professor, and Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: sadeghin@um.ac.ir)

Received: 22-05-2023 Revised: 05-08-2023 Accepted: 27-09-2023 Available Online: 09-06-2024	**How to cite this article:** Sheibani Fahandari, N., Sadeghi Namaghi, H., & Morravej, G.H. (2024). Effect of ants on biological control of Pomegranate carob moth by Trichogramma wasps in pomegranate orchards. *Journal of Iranian Plant Protection Research, 38*(1), 1-9. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2023.82486.1147

Introduction

Pomegranate carob moth with the scientific name *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) is a key pest of pomegranate and causes an economic damage to the quantity and quality of pomegranate fruits. According to the reports, from 20 to 80% of the pomegranate fruits in the gardens and warehouses are attacked by the carob moth and suffer damage (Fotouhi *et al*., 2021). Various methods have been recommended to control the pomegranate carob moth (Shojaei & Esmaili, 1987), including chemical control, the use of light traps, fabric nets, flag removal, repellent compounds such as processed kaolin at a 5% concentration applied every 20 days in four stages, the collection and destruction of infected fruits on trees and garden floors, the use of resistant cultivars, and the introduction of Trichogramma wasps. However, none of these methods have yet achieved a decisive reduction in the pest population. Considering the importance of organic pomegranate production, the necessity of further studies on non-chemical pest control methods, especially biological control using Trichogramma wasps, is emphasized (Fotouhi *et al*., 2021). Field observations indicate that the release of Trichogramma wasps is effective through various factors, including arthropods that prey on parasitized eggs on Trichocards. So far, only a handful of studies have examined the effect of predators on the emergence rate of Trichogramma wasps on Trichocards during the release stage. For example, Al Rouechdi, and Voegele (1981) reported that after installing trichocards on plants due to the phenomenon of predation, a considerable number of wasps were destroyed before hatching and emergence of adult wasps. Also, Bento *et al.* (1998) and Bento (1999) announced the reduction of *Trichogramma* wasps (*T. cacoeciae*) efficiency due to the activity of predators. According to Gomes *et al*. (1998), ants are one of the important predators of parasitized eggs of cereal willow and thus reduce the efficiency of biological control. Suh *et al.* (2000) also announced the low efficiency of *Trichogramma* species (*T. exiguum*) in controlling cotton pests due to the activity of ants on parasitized eggs during the release of *Trichogramma*. Perira *et al*. (2004) evaluated the destructive effects of predators on the Trichogramma wasps (*T. cacoeciae*) biocontrol agent of olive willow in Portugal and reported that more than 99% of the predators of released parasite eggs are ants. Kerguntiol *et al*. (2013) in a research in Uruguay on reducing the destructive effect of predators on the emergence rate of *Trichogramma* wasps from Trichocards, considered two species of ants responsible for the destruction of parasitized eggs and with changes in the packaging of release units to somewhat reduced the effect of ants.

https://doi.org/10.22067/jpp.2023.82486.1147

Despite the destructive role of predators in release stage of *Trichoramma* wasps for controlling plant pests, so far, no research has been done in Iran on the identification of the predators of parasitized eggs on trichocards and the extent of their influence during the release stage of *Trichogramma* wasps for the biological control of carob moth (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller). The present research aims to identify different groups of predators of parasitized eggs and estimate the effect of predators on the loss rate of *Trichogramma* wasps during the release phase in pomegranate orchards.

Materials and Methods

A research was conducted in a pomegranate orchard with an area of two hectares located in the village of Hoz Sarkh, in the central district of Torbat-e- Heydarieh, in Razavi Khorasan province of Iran, in 2019. This research was conducted in the form of a factorial two-factor experiment, each factor at two levels in a completely randomized basis with 5 replications.

Results and Discution

In this study, a total of six species of ants namely *Pheidole pallidula* (Nylander, 1849), *Crematogaster subdentata* Mayr, 1877, *Tapinoma erraticum* (Latreille, 1798), *Lepisiota frauenfeldi* (Mayr, 1855), and *Camponotus sanctus* Forel, 1904 from three subfamilies of family Formicidae including Formicinae, Dolichoderinae, Myrmicinae, one species of Dermaptera (*Forficula auricularia* L.), a species of Hemiptera (*Geocoris* sp.) as well as a few specimens of a spider were collected and identified from the surveyed trichocards. Also, the results of this study showed that ants and other predators destroy a significant number of the parasitized eggs on trichocards and this cause a significant decrease in the efficiency of this egg parasitoid. The mortality rate of aprasitized eggs on trichocards embedded with grease was significantly lower than those tichocards without grease. Furthermore, the height of the installation of trichocards also showed a significant effect on the loss rate of Trichogramma wasps. So that at high height in both the grease and non-grease treatments at different times, the loss rate of *Trichogramma* wasps was lower.

Conclusion

In conclusion, according to the results of this research, in order to protect the trichocards from ants' attacks and reduce the damage caused by them, it is necessary to pay attention to the release plan of Trichogramma wasps in such a way that the maximum number of wasps emerge in less than 24 hours of the initial installation of the trichocards. Moreover, trichocards should be installed at higher height (150 centimetrs above the ground level) by using a wire coated with a sticky substance such as grease.

Keywords: Ant, Biological control, Predator, Trichocard, *Trichogramma brassicae*

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸ شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، ص. ۹-۱

تأثیر مورچه‌ها روی کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار با استفاده از زنبورهای تریکوگراما در باغ‌های انار

نسرین شیبانی فهندری[۱]- حسین صادقی نامقی[۲]*- غلامحسین مروج[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۵

چکیده

کارایی رهاسازی زنبورهای تریکوگراما تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله شرایط محیطی و فعالیت شکارگران قرار می‌گیرد. تاکنون در ایران تحقیقی بر روی نوع شکارگرها و میزان تأثیر آنها بر تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌ها در مرحله رهاسازی زنبور تریکوگراما برای کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار انجام نشده است. در سال ۱۳۹۹ در یک باغ انار به وسعت دو هکتار واقع در روستای حوض سرخ از توابع بخش مرکزی شهرستان تربت حیدریه آزمایشی بصورت فاکتوریل دو عاملی، هر عامل در دو سطح در پایه طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار انجام شد. طی شش نوبت رهاسازی زنبور تریکوگراما در باغ مورد مطالعه، نمونه‌های بندپایان شکارگر فعال روی تریکوکارت‌ها جمع‌آوری و شناسایی شدند. برای ایجاد تیمارهای دسترسی و یا عدم دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها، سیم‌های مورد استفاده جهت آویزان کردن کارت‌ها از درخت انار به گریس آغشته می‌شدند (عدم دسترسی) و یا به گریس آغشته نمی‌شدند (دسترسی آزاد). هر دو نوع تریکوکارت (با دسترسی و عدم دسترسی مورچه‌ها) در دو ارتفاع ۸۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین از درختان انار آویزان می‌شدند. تعداد تخم باقی‌مانده روی تریکوکارت‌ها ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها شمارش می‌شد. در میان شکارگرهای شناسایی شده‌ی فعال روی تریکوکارت‌ها، تنوع گونه‌ای و فراوانی مورچه‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای چشمگیرتر از سایر شکارگرها بود. میزان تلفات زنبور تریکوگراما در تریکوکارت‌های آغشته به گریس به‌شکل معنی‌داری کمتر از تریکوکارت‌های بدون گریس بود. بعلاوه، ارتفاع نصب تریکوکارت‌ها نیز بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌ها تأثیرگذار بود. بطوری‌که در ارتفاع بالا در هر دو تیمار آغشته به گریس و بدون گریس در زمان‌های مختلف، میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما کمتر بود. میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما با گذشت زمان از تاریخ نصب تریکوکارت‌ها افزایش یافت. باتوجه به نتایج این تحقیق، برای حفظ تریکوکارت‌ها از حمله شکارگرها بخصوص مورچه‌ها و تقلیل خسارت ناشی از آن‌ها، لازم است رهاسازی زنبور تریکوگراما بنحوی برنامه‌ریزی گردد که حداکثر خروج زنبورها در بازه زمانی کمتر از ۲۴ ساعت اولیه پس از نصب تریکوکارت‌ها اتفاق افتد و تریکوکارت‌ها با استفاده از سیم‌های فلزی آغشته به گریس و ترجیحا در ارتفاع بالاتر (۱۵۰ سانتی‌متر بالای سطح زمین) نصب شوند.

واژه‌های کلیدی: تریکوکارت، شکارگر، کنترل بیولوژیک، کرم گلوگاه انار، مورچه

مقدمه

کرم گلوگاه انار با نام علمی *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) مهمترین آفت انار در مناطق انارکاری ایران است. این آفت در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دنیا پراکنده بوده و به محصولات دیگری نظیر خرنوب، آکاسیا، اقاقیا، فندق، بادام، گردو، انار، انجیر، پرتقال، گریپ فروت، شاه بلوط، ازگیل ژاپنی، تمبر هندی، خرما، زیتون، سیب، گلابی، به، هلو، زرد آلو، پسته، خرمای خشک، کشمش و انجیر خشک خسارت زیادی وارد می‌کند (Mehrnejad, 1992; Shakeri, 2004).

کرم گلوگاه انار زمستان را به‌صورت لارو در درون انارهای آلوده (روی درخت، پای درخت و درون انبار) و یا دیگر میزبان‌های آلوده می

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: sadeghin@um.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jpp.2023.82486.1147

گذارند. لاروها پس از گذراندن آخرین سن لاروی به محل ترکیدگی میوه یا به محوطه گلوگاه و حتی به داخل تاج انار می‌روند و در آنجا شروع به تنیدن تار و ساختن اطاق شفیرگی می‌کنند. شفیره‌ها با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در اوایل اردیبهشت ماه و مصادف با آغاز ظهور گلهای انار، به پروانه تبدیل شده و از تاج انار بیرون می‌آیند (Mehrnejad, 1992). پروانه‌ها در مدت ۲ تا ۴ روز جفت‌گیری کرده و ماده‌ها در تاج انار، در میان پرچم‌های زردرنگ، تخمریزی می‌کنند. هر ماده در حدود ۲۰ تا ۲۵ عدد تخم می‌گذارد که پس از ۸ تا ۱۰ روز تفریخ شده و به لارو تبدیل می‌شوند و لاروها از همان محل وارد میوه می‌شوند. دوره فعالیت لاروی از ۱۸ تا ۳۰ روز است، که لاروها پس از پایان این دوره به گلوگاه انار آمده و به شفیره تبدیل می‌شوند (Mehrnejad, 1992; Shakeri, 2004). دوره شفیرگی بین ۷ تا ۸ روز طول می‌کشد و بدین‌ترتیب از اواسط یا اواخر تیرماه، شب پره‌های نسل اول ظاهر می‌شوند. شب‌پره‌ها بعد از ظهور درون تاج و روی پرچم‌های انار تخم‌ریزی کرده و لاروها بعد از تفریخ از محل تاج وارد میوه می‌شوند. تعداد نسل‌های این آفت بسته به شرایط محیطی متفاوت است چنانکه در شرایط شیراز برای آن ۴ نسل در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر گزارش شده است (Kashkuli & Eghtedar, 1975; Sharifi, 1960).

بر اساس گزارش ها بین ۲۰ تا ۸۰ درصد محصول انار در باغ و انبار مورد حمله کرم گلوگاه قرار گرفته و خسارت می‌بیند (Fotouhi *et al*., 2021). کشکولی و اقتدار (Kashkuli & Eghtedar, 1975) میزان آلودگی میوه–های انار به *E. ceratoniae* در استان فارس را روی واریته‌های مختلف ۵۰–۲۵ درصد ذکر کرده‌اند. رحمانی و همکاران (Rahmai *et al*., 1993) میانگین خسارت این آفت را در منطقه فیض‌آباد در استان خراسان رضوی ۳۶/۶۴ درصد برآورد کردند.

روش‌های مختلفی شامل کنترل شیمیایی، بکارگیری انواع تله نوری، استفاده از تورهای پارچه‌ای، پرچم‌زدائی، کاربرد ترکیبات دورکننده نظیر کائولین فرآوری شده با غلظت ۵ درصد و به فاصله ۲۰ روز طی چهار مرحله، جمع‌آوری و معدوم کردن میوه‌های آلوده در روی درخت وکف باغ، استفاده از ارقام مقاوم و استفاده از زنبورهای تریکوگراما جهت کنترل کرم گلوگاه انار توصیه شده است (Shojaei *et al*., 1987; Mirkarimi, 2000) ولی تاکنون هیچ کدام از این روش‌ها، نتوانسته سبب کاهش قاطع در جمعیت آفت شود. با توجه به اهمیت تولید انار ارگانیک، ضرورت بررسی‌های بیشتر در مورد روش های کنترل غیرشیمیایی آفت، بویژه کنترل بیولوژیک با استفاده از زنبورهای تریکوگراما مورد تأکید است (Fothuhi *et al*., 2021).

شیوه رایج در رهاسازی زنبور تریکوگراما به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار، استفاده از کارت‌های موسوم به تریکوکارت می‌باشد (Mirkarimi, 2000). در این مطالعه، هر تریکوکارت حاوی ۶۰۰ عدد تخم پارازیت شده بود که در شرایط تحت کنترل نگهداری و در هر نوبت رهاسازی بطور معمول ۳ تا ۴ روز قبل از تفریخ تخم‌ها، برای رهاسازی در اختیار مجری قرار می‌گرفت.

کارایی زنبور تریکوگراما در کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال، ویژگی‌های گیاه میزبان مانند اندازه گیاه میزبان، ظاهر گیاه، تراکم تریکوم، براق و یا واکسی بودن سطح برگ و اندازه آن تراکم و الگوی کرک برگ‌های گیاه میزبان می‌تواند جستجوگری زنبور و پارازیتیسم توسط آن را تحت تأثیر قرار دهد (Knutson, 1998). ویژگی‌های زیستی زنبور تریکوگراما نظیر میزان باروری، نرخ ظهور، نسبت جنسی، طول عمر و ترجیح میزبانی نیز از جمله عوامل مؤثر بر کارایی آن می‌باشد. ارزیابی اثرات دما و رطوبت روی زیست‌شناسی زنبور تریکوگراما نشان داده که درجه حرارت‌های زیر ۱۵ درجه و یا بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس اثرات منفی روی زنده‌مانی و کارایی این زنبورها دارد (Venkatesan & Jalali, 2013). در یک تحقیق اثرات درجه حرارت‌های ثابت و متناوب روی میزان پارازیتیسم زنبور تریکوگراما نشان داد که میزان پارازیتیسم تحت شرایط شبیه‌سازی دماهای فصل‌های تابستان و زمستان در مقایسه با دماهای ثابت پرورش، بیشتر بود (Cônsoli & Parra, 1995). طبق بررسی‌ها، کارایی زنبور تریکوگراما در دماهای بالا کاهش می‌یابد و این کاهش میزان پارازیتیسم در دماهای ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد عمدتا به علت خشک شدن تخم میزبان می‌باشد (Venkatesan & Jalali, 2013). بعلاوه، بررسی‌ها نشان داده‌اند که بغیر از ویژگی‌های ظاهری گیاه میزبان تراکم تخم میزبان در میزان پارازیتیسم زنبورهای تریکوگراما مؤثر است (Tabone *et al*., 2010). به‌عنوان مثال، رابطه مثبتی بین میزان پارازیتیسم زنبور *Trichogramma ostriniae* و تخم ساقه خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* وجود دارد به‌طوری‌که نسبت پارازیتیسم با تراکم تخم‌های میزبان افزایش می‌یابد.

مشاهدات میدانی حاکی است که رهاسازی زنبورهای تریکوگراما تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله بندپایان شکارگر تخم‌های پارازیته بر روی تریکوکارت‌ها قرار می‌گیرد. تاکنون، مطالعات انگشت‌شماری تأثیر شکارگرها بر نرخ ظهور زنبور تریکوگراما از تریکوکارت‌ها را در مرحله رهاسازی بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، الرشدی و وجله (Al Rouechdi & Voegele, 1981) گزارش کردند که پس از نصب تریکوکارت‌ها بر روی گیاهان به علت پدیده شکارگری تعداد قابل ملاحظه‌ای از زنبورها قبل از تفریخ و ظهور زنبورهای بالغ نابود شدند. همچنین، بنتو و همکاران (Bento *et al*., 1998) و بنتو (Bento, 1999) کاهش کارایی زنبور تریکوگراما (*T. cacoeciae*) را ناشی از فعالیت شکارگرها اعلام کردند. براساس گومز و همکاران (Gomez *et al*., 1998) مورچه‌ها از مهمترین شکارگرهای تخم‌های پارازیت شده بید غلات بوده و بدین‌ترتیب باعث کاهش کارایی کنترل بیولوژیک می‌شوند. سو و همکاران (Suh *et al*., 2000) نیز کارایی

پایین گونه *T. exiguum* در کنترل آفات پنبه را ناشی از فعالیت مورچه‌ها در مورد تخم‌های پارازیت شده طی رهاسازی تریکوگراما اعلام کردند. پریرا و همکاران (Pereira *et al*., 2000) اثرات مخرب شکارگرها روی گونه *T. cacoeciae* عامل بیوکنترل بید زیتون در پرتغال را ارزیابی کرده و گزارش کردند که بالغ بر ۹۹ درصد شکارگرهای تخم‌های پارازیت رهاسازی شده مورچه‌ها هستند. کرگونتیول و همکاران (Kergunteuil *et al*., 2013) در تحقیقی در کشور اروگوئه بر روی کاهش تأثیر مخرب شکارگرها بر نرخ ظهور زنبورهای تریکوگراما از تریکوکارت‌ها، دو گونه مورچه را مسئول تخریب و نابودی تخم‌های پارازیت شده دانسته و با تغییراتی در بسته بندی واحدهای رهاسازی تا حدودی تأثیر مورچه‌ها را کاهش دادند.

با توجه به اینکه تاکنون در ایران هیچ تحقیقی بر روی شناسایی و میزان تأثیر شکارگرهای تخم‌های پارازیت شده در مرحله نصب تریکوکارت‌ها و رهاسازی زنبورها برای کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار انجام نشده است تحقیق حاضر بر آنست تا ضمن شناسایی شکارگرهای تخم‌های پارازیت شده روی تریکوکارت‌ها در مرحله رهاسازی، میزان تأثیر گروه غالب آنها را بر نرخ ظهور زنبورهای تریکوگراما در مرحله رهاسازی برآورد کند.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در یک باغ انار به وسعت دو هکتار در روستای حوض سرخ از توابع بخش مرکزی شهرستان تربت حیدریه در استان خراسان رضوی انجام شد. برای جمع‌آوری شکارگرهای تخم‌های پارازیت شده بر روی تریکوکارت‌ها از اوایل اردیبهشت تا اوایل تیرماه ۱۳۹۹ در هر ده روز یک بار رهاسازی زنبور تریکوگراما، مراحل بالغ و نابالغ شکارگرهای فعال روی تریکوکارت‌های نصب شده روی درخت های انار جمع‌آوری و به آزمایشگاه جهت پرورش و یا شناسایی منتقل می‌شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از منابع در دسترس تا حد امکان شناسایی شدند. تعیین هویت قطعی گونه‌های مورچه که به لحاظ تنوع گونه‌ای و فراوانی گروه غالب شکارها بودند با ارسال نمونه هایی برای پروفسور نیهات اکتاچ (ترکیه دانشگاه تراکیا) انجام شد.

در این مطالعه گونه‌ی *Trichogramma brassicae* Bezdenko به عنوان عامل کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار استفاده شد که بصورت تریکوکارت از آزمایشگاه کنترل بیولوژیک اداره حفظ نباتات شهرستان مشهد تهیه می‌شد. این زنبور در انسکتاریم اداره حفظ نباتات روی بید غلات [*Sitotroga ceralella* (Olivier)] به عنوان میزبان واسط پرورش می‌یافت. با توجه به تعداد عوامل و سطوح مورد مطالعه، آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو عامل: الف- دسترسی مورچه (در دو سطح دسترسی و عدم دسترسی) و ب- ارتفاع نصب تریکوکارت از سطح زمین (در دو سطح، ارتفاع ۸۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین) بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۵ تکرار برای هر تیمار در هر نوبت رهاسازی انجام شد. در هر نوبت رهاسازی زنبور ۶۰ عدد تریکوکارت و در مجموع ۶ نوبت رهاسازی ۳۶۰ تریکوکارت استفاده شد. برای مقایسه اثر مدت در معرض مورچه‌ها بودن بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌ها، تعداد تخم‌های شکارشده از روی تریکوکارت‌ها توسط مورچه‌ها ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها، با شمارش تعداد تخم‌های باقی‌مانده و بقایای تخم‌های تفریخ شده بر روی هر تریکوکارت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ایجاد شرایط عدم دسترسی مورچه‌ها به تخم‌های پارازیت شده بر روی تریکوکارت‌ها سطح سیم فلزی مورد استفاده برای آویزان کردن تریکوکارت‌ها از شاخه درختان با لایه‌ای از گریس پوشانده می‌شد. در مورد تیمار شاهد (دسترسی آزاد) از گریس استفاده نمی‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها براساس طرح آماری فاکتوریل دو عاملی در پایه کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار JMP (Version 4) تجزیه و تحلیل شدند. اختلاف بین میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب گونه‌ای شکارگرهای فعال روی تریکوکارت‌ها

در نمونه‌برداری‌هایی که در فصل زراعی از شکارگرهای فعال روی تریکوکارت‌های نصب شده روی درختان انار در باغ مورد مطالعه انجام گرفت مجموعا ۱۲۵ عدد شکارگر شامل شش گونه مورچه، یک گونه گوش‌خیزک، یک گونه سن (*Geocoris* sp., Geocoridae) و یک گونه عنکبوت بشرح جدول ۱ از روی تریکوکارت‌های نصب شده روی درختان انار مورد مطالعه جمع‌آوری و شناسایی شد. در بین آنها، مورچه‌ها از نظر تنوع گونه‌ای و فراوانی گروه غالب بودند. نمونه‌های مستند در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه فردوسی و تعدادی از مورچه‌ها در مجموعه شخصی پروفسور نیهات اکتاچ (دانشگاه تراکیا، ترکیه) نگهداری می‌شوند.

جدول ۱- ترکیب گونه‌ای و فراوانی شکارگرهای فعال بر روی تریکوکارت‌های نصب شده در باغ انار مورد مطالعه در تربت حیدریه سال ۱۳۹۹

Table 1- Species composition and abundance of active predators found on trichocards installed in the study orchard of pomegranate in Torbat-e-Heydarieh in 2020

فراوانی Abundance (%)	نام علمی Scientific name	شکارگر (راسته/ خانواده) Predator (Order/family)	ردیف No
38.4	*Pheidole pallidula* (Nylander, 1849)	بال‌غشائیان (Formicidae)	1
23.2	*Crematogaster subdentata* (Mayr, 1877)	بال‌غشائیان (Formicidae)	2
16.5	*Tapinoma erraticum* (Latreille, 1798)	بال‌غشائیان (Formicidae)	3
5	*Tapinoma karavaievi* (Emery, 1925)	بال‌غشائیان (Formicidae)	4
4.2	*Lepisiota frauenfeldi* (Mayr, 1855)	بال‌غشائیان (Formicidae)	5
3.7	*Camponotus sanctus* (Forel, 1904)	بال‌غشائیان (Formicidae)	6
1.7	*Forficula auricularia* L.	گوش‌خیزک‌ها (Forficulidae)	7
3	*Geocoris* sp.	خرطوم مفصلی‌ها (Geocoridae)	8
2.4	Not identified	عنکبوت‌ها (Araneae)	9

تأثیر دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها و ارتفاع نصب بر تلفات زنبورهای تریکوگراما

آنالیز واریانس نشان داد که هر دو عامل (دسترسی و ارتفاع نصب تریکوکارت) بطور معنی‌داری بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌ها توسط مورچه‌ها تأثیر دارند. به‌علاوه، اثر متقابل دو عامل نیز معنی‌دار بود. به‌عبارتی اثر سطوح عامل دسترسی در سطوح عامل ارتفاع نصب یکسان نبود (جدول ۲). در این آزمایش سطح دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت در هر دو ارتفاع نصب میزان تلفات تخم‌ها بر روی تریکوکارت‌ها را افزایش داد. از آنجایی‌که در آماربرداری‌ها، کارت‌های شمارش شده در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از نصب حذف می‌شدند اثر زمان بر تلفات در این مطالعه قابل مقایسه نبوده و در آنالیز لحاظ نشد.

همان‌طوری‌که در شکل ۱ نشان داده شده است ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها، تلفات تخم‌ها توسط مورچه‌ها بر روی تریکوکارت‌های در دسترس (با میانگین ۳۵±۳۸۳) بیشتر از تریکوکارت‌های با عدم دسترسی مورچه‌ها (با میانگین ۳۵±۷۲/۵) بود. نتایجی مشابه با روند فوق در آماربرداری از تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌ها ۴۸ ساعت پس از نصب آنها روی درختان انار نیز مشاهده گردید. بطور کلی، این آزمایش نشان داد که صرف نظر از زمان آماربرداری، میزان تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌های با عدم دسترسی آزاد مورچه‌ها (سیم فلزی تریکوکارت به گریس آغشته شده بود) به‌شکل معنی‌داری کمتر از میزان تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌های با دسترسی آزاد مورچه‌ها (سیم فلزی تریکوکارت بدون گریس) بود (شکل ۱).

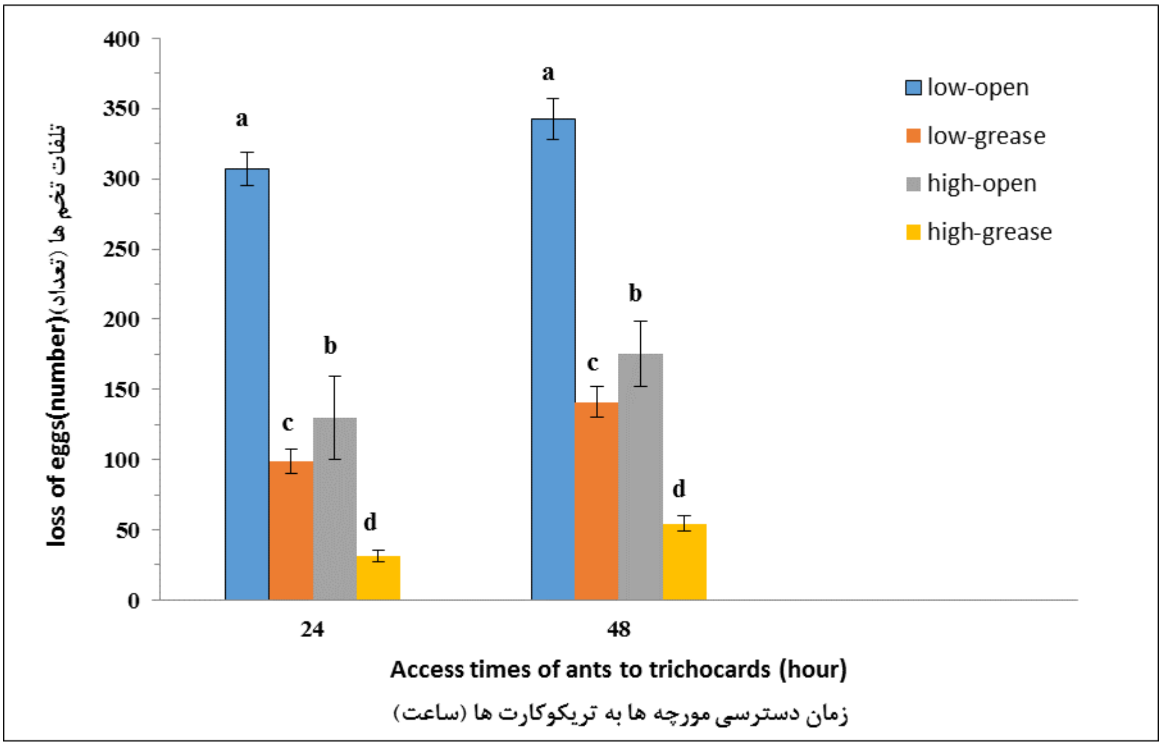
ارتفاع نصب تریکوکارت‌ها بر روی درختان انار بر میزان تلفات تخم‌ها توسط مورچه‌ها بر روی تریکوکارت‌ها تفاوت معنی‌دار داشت. در آماربرداری ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها، میانگین تلفات در شرایط ارتفاع بالا (۲۸۷/۴±۳۵/۴) بیشتر از میانگین تلفات در ارتفاع پائین (۱۶۸/۳±۳۴/۵) بود. همچنین، در آماربرداری از تلفات تخم‌ها بر روی تریکوکارت‌ها، ۴۸ ساعت پس از نصب آنها نیز میانگین تلفات در ارتفاع بالا (۲۶۹/۶±۱۱/۷) بیشتر از میانگین تلفات در ارتفاع پائین (۱۷۴/۲±۱۱/۷) بود.

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تأثیر دسترسی مورچه‌ها و ارتفاع نصب بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت در یک باغ انار در تربت حیدریه سال ۱۳۹۹

Table 2- Summary of ANOVA results of the effects of accessibility of ants and the height of installation on egg losses in a pomegranate orchard, Torbat-e-Heidarieh 2020

دسترسی * ارتفاع Accessibility * Height	ارتفاع Height	دسترسی Accessibility	منبع تغییر / Source of variation زمان دسترسی / Access time
$F_{df=1}$ = 18.06 ***	$F_{df=1}$ = 113.29 ***	$F_{df=1}$ = 771.04 ***	24 h
$F_{df=1}$ = 131.09 ***	$F_{df=1}$ = 33.11***	$F_{1,16}$ = 205.09 ***	48 h

***p<0.0001



شکل ۱- تأثیر دسترسی و عدم دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها بر تلفات تخم‌های پارازیت شده در زمان‌های مختلف دسترسی مورچه‌ها در باغ انار در روستای حوض سرخ بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹

Figure 1- Effect of access and lack of access of ants to trichocards on the loss of parasitized eggs at different times of access of ants in a pomegranate orchard in Hoz-e- Sorkh Village, central district of Torbat-e-Heidarieh in 2020.

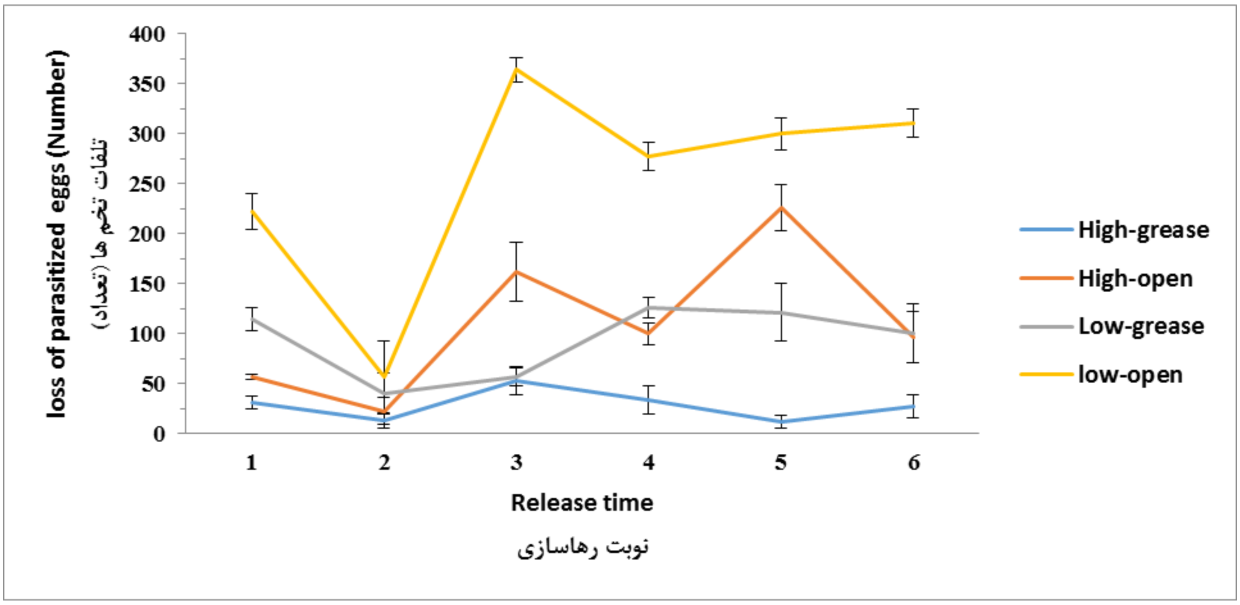
در این آزمایش اثر سطوح عامل دسترسی در سطوح عامل ارتفاع نصب یکسان نبود (جدول ۲). در هر دو نوبت آماربرداری از تلفات تخم‌ها (۲۴ و ۴۸ ساعت) پس از نصب تریکوکارت‌ها، در شرایط دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها، تلفات تخم‌ها در ارتفاع بالا بیشتر بود. در حالی‌که در شرایط عدم دسترسی تلفات تخم‌ها در ارتفاع پائین بیشتر بود.

تلفات تخم‌های پارازیت شده در نوبت‌های مختلف رهاسازی

روند تلفات زنبور تریکوگراما بعلت شکارگری مورچه‌ها بر روی تخم‌های پارازیت شده، ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها در شش نوبت رهاسازی زنبور تریکوگراما علیه کرم گلوگاه انار در باغ منتخب در روستای حوض سرخ در بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹ نشان داد که میانگین تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌ها توسط مورچه‌های شکارگر در شرایط ارتفاع پائین و دسترسی آزاد مورچه‌ها در طی شش نوبت رهاسازی زنبور تریکوگراما در باغ انار مورد مطالعه بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل ۲). در این مطالعه، کمترین تلفات زنبور بعلت شکارگری مورچه‌ها بر روی تریکوکارت‌ها در تیمار ارتفاع بالا و شرایط عدم دسترسی مورچه‌ها ثبت شد. همانطوری‌که در شکل ۲ مشاهده می‌شود این روند در نوبت‌های بعدی رهاسازی نسبتا ثابت باقی ماند. علت کاهش تلفات تخم‌های پارازیت شده روی تریکوکارت‌ها در نوبت دوم رهاسازی در این مطالعه، احتمالا ناشی از وزش باد و بالطبع فعالیت و فراوانی کمتر مورچه‌ها همزمان با نوبت دوم نصب تریکوکارت‌ها بوده است.

مطالعه حاضر اثرات منفی ناشی از دسترسی شکارگرها بخصوص مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها را بر کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار توسط زنبور تریکوگراما را نشان داد. نتایج مطالعات ما به وضوح نشان داد که مورچه‌ها و سایر شکارگرها درصد قابل توجهی از تخم‌های پارازیت شده توسط زنبور تریکوگراما روی تریکوکارت‌ها را تخریب می‌کنند و بنابراین باعث کاهش جمعیت و بالطبع کاهش کارایی این پارازیتوئید تخم می‌شوند. روند تأثیر منفی شکارگری روی تریکوکارت‌ها در تمام تیمارها با گذشت زمان از تاریخ نصب تریکوکارت‌ها افزایش یافت. میزان تلفات در تریکوکارت‌های تعبیه شده با گریس به‌شکل معنی‌داری کمتر از تریکوکارت‌های بدون گریس بود. در این مطالعه عامل ارتفاع نصب تریکوکارت‌ها نیز تأثیر معنی‌داری در میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما نشان داد. بطوری‌که

در ارتفاع بالا در هردو حالت (سیم آویز تریکوکارت آغشته به گریس و بدون گریس) در زمان‌های مختلف، میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما کمتر بود. این یافته با نتایج دیگر محققان نظیر گیتا و بلاک ریشنان (Geetha & Balakrishnan, 2011) مطابقت دارد.



شکل ۲- روند تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌ها ۲٤ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها در نوبت‌های مختلف رهاسازی زنبور تریکوگراما در یک باغ انار در روستای حوض سرخ در بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹

Figure 2- Trend of egg losses on trichocards after 24 hours of installation in different times of Trichogramma wasps release in a pomegranate orchard located in Hoze Sorkh village, Central district of Torbat-e-Heidarieh in 2020

براساس ارزیابی‌های مطالعه اخیر، پارازیتیسم ناشی از زنبورهای پارازیتوئید رهاسازی شده در مزارع حاصل می‌شود، می‌تواند توسط عوامل مختلف و شکارگرهای عمومی نظیر مورچه‌ها و عنکبوت‌ها مختل و کارایی عوامل کنترل بیولوژیک رهاسازی شده تحت تأثیر قرار گیرد. با توجه به نتایج محدود مطالعات منتشر شده بدون شک مورچه‌ها از عوامل مخرب در برنامه‌های رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید علیه آفات بوده و ارزیابی میزان تأثیرگذاری و شناخت گونه های دخیل در این امر در هر منطقه و در هر برنامه کنترل بیولوژی گام مهمی برای یافتن راهکار کاهش این نقش مخرب می‌باشد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج این تحقیق، برای حفظ تریکوکارت‌ها از حمله شکارگرها بخصوص مورچه‌ها و تقلیل خسارت ناشی از آن‌ها، لازم است رهاسازی زنبور تریکوگراما بنحوی برنامه‌ریزی گردد که حداکثر خروج زنبورها در بازه زمانی کمتر از ۲۴ ساعت اولیه پس از نصب تریکوکارت‌ها اتفاق افتد و تریکوکارت‌ها با استفاده از سیم‌های فلزی آغشته شده به گریس و ترجیحا در ارتفاع بالاتر (۱۵۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین) نصب شوند.

سپاسگزاری

نگارندگان از کلیه افرادی که در اجرای این پژوهش آنها را یاری کردند بویژه مسئولین محترم اداره حفظ نباتات مشهد، دانشجویان کارورز که در آماربرداری کمک نمودند، آقای پروفسور نیهات اکتاچ که نمونه‌های مورچه‌ها را شناسایی کرد تشکر و قدردانی می‌نمایند. نتایج این مقاله قسمتی از تز کارشناسی ارشد نگارنده اول است که در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

References

1. Al Rouechdi, K., & Voegele, J. (1981). Prédation des trichogrammes par les chrysopides. *Agronomie*, *1*(3), 187-190.
2. Bento, A. (1999). Contribuicaˇo para o estabelecimento de um programa de proteccaˇo integrada contra a trac¸a da oliveira, *Prays oleae* (Bern.) em Tra´s-os-Montes. Dissert. Dout. Eng. Agric. UTAD, Vila Real, p. 277.
3. Bento, A., Torres, L., & Lopes, J. (1998). Resultados da utilizacaˇo de *Trichogramma cacoeciae* March. Contra a gerac¸aˇo carpo´faga de Prays oleae (Bern.) em Tra´s-os-Montes. *Revista Cieˆncias Agra´rias*, *21*, 207-211.

4. Cônsoli, F.L., & Parra, J.R.P. (1995). Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae) biology. I. Development and thermal requirements. *Journal of Applied Entomology, 119*(1-5), 415-418.
5. Fotouhi, K., Goldansaz, S.H., Amir-Maafi, M., Hosseininaveh,V., & Masoudi-Nejad, A. (2021). Population growth model of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under field conditions. *Journal of Entomological Society of Iran, 41*(1), 1-10.
6. Geetha, N., & Balakrishnan, R. (2011). Temporal and spatial dispersal of laboratory-reared *Trichogramma chilonis* Ishii in open field. *Journal of Entomology, 8*(2), 164-173. https://doi.org/10.3923/je.2011.164.173
7. Gomez, L.A.L., Lastra, L.A.B., Gutierrez, Y., & De Pulido, C.L. (1998). Survey of ants detrimental to Trichogramma establishment for sugarcane borer control in the Cauca Valley, Colombia. *Mitteilungen Biologischen Bundesanst Land-Forstwirtschaft, 356*, 35-38.
8. Kashkuli, A., & Eghtedar, A. (1975). The study of pomegranate worm in Fars region. *Applied Entomology and Phytopathology, 41*, 21-32.
9. Kergunteuil, A., Basso, C., & Pintureau, B. (2013). Impact of two ant species on egg parasitoids released as part of a biological control program. *Journal of Insect Science, 13*(1), 106. https://doi.org/10.1673/031.013.10601
10. Knutson, A. (1998). The Trichogramma manual. Bulletin/Texas Agricultural Extension Service; no. 6071.
11. Mehrnejad, M.R. (1992). *An investigation on the carob moth, Apomyelois ceratoniae (Zell.), new pest of pistachio nuts in Kerman province*. Master of Science thesis, Tehran University, Iran.
12. Mirkarimi, A. (2000). Biological control of carob moth with mass release of *Trichogramma embryophagum* Hartig for Pomegranate worm control, the *Ectomyelis* (Spectrobates) *ceratoniae* Zell. *Iranian Journal of Agricultural Science, 31*, 103-110.
13. Pereira, J.A., Bento, A., Cabanas, J.E., Torres, L.M., Herz, A., & Hassan, S.A. (2004). Ants as predators of the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) applied for biological control of the olive moth, *Prays oleae* (Lepidoptera: Plutellidae) in Portugal. *Biocontrol Science and Technology, 14*(7), 653-664. https://doi.org/10.1080/09583150410001682386
14. Rahmani, M., Reisolsadat, M., & Kelarestani, K. (1993). Evaluation of no-chemical control results in reduction of the population of pomegranate fruit moth. Proceeding of “the 11th Iranian Plant Protection Congress”. Guilan University. Rasht. P. 192.
15. Salehnia, N. (2010). A survey on live releasing method of Trichogramma wasp in biological struggle with crob moth with respect to decreasing loss and increasing wasp performance and enhancing work efficiency. In Proceeding of National symposium on Pomegranate, Ferdows, 11 and 12 October 2010, 448-494.
16. Shakeri, M. (1992). First record of Spectrobates ceratoniae attack to fig in Iran. *Journal of Plant Pests and Diseases, 60*(1&2), 93.
17. Shakeri, M. (2003). *Pomegranate Pests and Diseases*. Tasbih publication, Yazd, 126 pp. (In Persian)
18. Shakeri, M. (2004). A review on investigations on pomegranate neck worm in Iran, pp. 18– In: A proceeding on evaluation of finding and current problems associated with Spectrobates ceratoniae management in pomegranate. Ministry of Jihad-e-Agricultrue, Organization of Research and Education, Yazd Agriculture and Natural Resources Research Center, Iran.
19. Sharifi, S. (1960). Crob moth. Bulletin of Gihad-e-Daneshgahi, Fars province. No. 25, p.16.
20. Shojaei, M., Esmaeili, M., & Najafi, M. (1987). The preliminary studies on pomegranate fruit moth and its integrated control. Proceeding of the 1st study of pomegranate problems in Iran Seminar. Agricultural Faculty of Tehran University, Karaj, P: 149-153. (In Persian)
21. Suh, C.P.-C., Orr, D.B., & Van Duyn, V. (2000). Trichogramma releases in North Carolina cotton: why release fail to suppress Heliothine pests. *Journal of Economic Entomology, 93*(4), 1137-1145. https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.4.1137
22. Tabone, E., Bardon, C., Desneux, N., & Wajnberg, E. (2010). Parasitism of different *Trichogramma* species and strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. *Journal of Pest Science, 83*(3), 251-256. https://doi.org/10.1007/s10340-010-0292-7
23. Venkatesan, T., & Jalali, S.K. (2013). Trichogrammatids: adaptation to stresses. In *Biological Control of Insect Pests Using Egg Parasitoids* (pp. 105-125). Springer, New Delhi.
24. Yusefi, M., & Salehi, L. (2002). Investigation on the efficiency of two species of Trichoramma wasps, *Tricogramma embryophagum* and *T. brassicae* in controlling the carob moth. The proceeding of 16th Iranian Plant Protection Congress. Tabriz University, September 2002. Pp. 43-44.